

# 公道走行で使用した ドライバエージェントに対する機能評価

## Functional Evaluation of Agent Used in Public Road Driving

藤掛和広<sup>1</sup> 田中貴紘<sup>2</sup> 吉原佑器<sup>2</sup> Nihan KARATAS<sup>2</sup> 青木宏文<sup>2</sup> 金森等<sup>2</sup>  
Kazuhiro FUJIKAKE<sup>1</sup>, Takahiro TANAKA<sup>2</sup>, Yuki YOSHIHARA<sup>2</sup>, Nihan KARATAS<sup>2</sup>,  
Hirofumi Aoki<sup>2</sup> and Hitoshi KANAMORI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中京大学心理学部

<sup>1</sup>School of Psychology, Chukyo University

<sup>2</sup> 名古屋大学未来社会創造機構

<sup>2</sup>Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

**Abstract:** 我々は、高齢ドライバの運転支援を目的としたドライバエージェントの開発を行っている。本研究では、ドライバエージェントを公道走行で使用してもらい、その機能に対する評価を検討した。エージェントを体験する公道走行は日常生活での運転場面とし、実験の期間は4週間で、評価は各週最終日に1度とした。実験協力者は日常的な運転習慣のある2名とした。評価対象は運転支援及び振り返り機能について、尺度評定法による評価と自由記述の内容について検討した。その結果、運転支援及び振り返りの機能評価について、尺度評定法による主観評価の結果、4週間の継続利用に伴い評価が低下する傾向が見られた。また、運転支援及び振り返りの機能に対する自由記述の内容から、運転支援機能が発生する頻度の増加や、振り返り機能の評価場面の分かりやすさや評価の納得性の向上が必要であることが示された。

## 1. はじめに

国内の総人口に占める高齢者の割合は、2007年に21.5%となり、2019年には28.4%となっている[1,2]。総人口に占める高齢者の割合が21%以上となると超高齢社会とみなされることから、国内の超高齢社会という状況はより深刻化しているといえる。このような社会情勢の中で、道路交通場面に於いても、高齢者に関する課題が指摘されている[3]。例えば、交通事故による全体の死者数は減少しているものの、高齢者の死者数が占める割合は増加している。また、高齢者の自動車乗車中の事故死者数は、増加傾向である。超高齢社会が進行する状況に於いて、高齢者の交通事故対策は、社会的に重要な課題といえる。

これまでに我々は、高齢者の認知機能及び視機能と事故発生との関係を明らかにする為に、ドライビングシミュレータ（以下、DS）による一時停止交差点通過実験を行い、認知機能及び視機能と衝突率の相関関係を明らかにしている[4]。更に、高齢ドライバの運転能力に対する自己認識の高評価群と低評価群の比較から、低評価群は生体機能が低下しても衝突率は高くないことを示した。この結果は、低評

価群は「自己の運転能力は低い」と認知することで、より安全な運転行動で低下した能力を補償していると考えられる。このことから、高齢ドライバの運転行動・運転能力の自己認識を促すことで、より安全な運転行動への変容する可能性が示唆される。

## 2. 運転行動改善を促すエージェントの開発研究

我々は、高齢ドライバ自身の運転行動・運転能力に対する認識を高め、より安全な運転行動に改善していく方策を検討している。そして、高齢ドライバの運転行動の改善によって、高齢ドライバの運転に対する支援が必要ない段階に到達することを目標としている。

### 2.1. 運転指導に関する調査[3]

自動車教習所の指導員による高齢ドライバ指導記録収集及び高齢者へのヒアリング調査から、高齢ドライバは「障害物や危険予測に関連する情報提供（駐車車両や歩行者について等）への抵抗感は少ない」「運転行動に関連する指摘（速度超過等の指摘や、

「右に寄った方が良い」等の指示)には抵抗を感じる」ことを明らかにしている。また、高齢ドライバーの特性として、「運転中に指導された内容は、運転後には覚えていない」「配偶者や子供、友人からの運転に関するアドバイスは受容性が低く、自動車やロボット等の人工物からのアドバイスをより受け入れる」ことも明らかにしている。このことから、ロボット等の利用によって、高齢ドライバーの運転行動に対する指摘によって発生する抵抗感や不快感を軽減させる可能性が指摘される。

## 2.2. エージェントの形態別の受容性

高齢ドライバーの運転行動に対する自己認識を高める為のシステムとして、我々はドライバエージェントの開発を行っている。エージェントによって運転行動に対する客観的な指摘を行うことで、高齢ドライバーの運転に対する自己認識を高め、より安全な運転行動に改善していくことが期待される。

ドライバエージェントの形態としては、カーナビの様な音声、情報提示画面に表示した映像、そしてロボットの3つが想定される。運転支援に関する先行研究では、音声の支援によって、運転行動改善が認められると共に、支援に対する煩わしさを感じる事が指摘されている[5]。運転行動改善を目的としたエージェントの利用が期待されるものの、エージェントに対する煩わしさ等は普及の妨げになる為、エージェントの受容性の向上は重要な課題といえる。そこで、我々は、音声・映像・ロボット形態のエージェントに対する評価を比較して、より受容性の高いエージェント形態について検討した。その結果、高齢層と非高齢層共に、ロボット形態のエージェントの受容性が高いことを明らかにした[6]。

## 2.3. エージェントによる運転行動改善

高齢ドライバーへの安全運転教育に関する研究では、自分自身の運転を客観的に振り返ることで、不安全な運転行動が抑制されることが示唆されている[7]。特に、映像記録を利用した振り返りを行うことで、より効果が高くなる事が指摘されている。我々が開発しているドライバエージェントも、映像記録による振り返り機能を有している。

エージェントによる運転行動改善の効果を検討する為、我々は高齢層及び非高齢層を対象とし実験を行った。この実験では、受容性の高いロボット形態のエージェントによるリアルタイムの運転支援及び映像記録の振り返り機能の運転行動改善の効果を比較した。その結果、運転支援とフィードバックを併用することで、運転行動改善の効果が高まる事が示された[8]。また、高齢層では振り返り機能で運



図1. 日常場面でのエージェント使用のイメージ

転行動の改善がより見られ、非高齢層では運転支援機能で運転行動の改善がより見られた[9]。

## 2.4. エージェントの機能に対する評価

ドライバエージェントの受容性評価に関しては、形態別の比較からロボット形態の評価が高いことを示している[8]。また、DS走行で体験した運転支援と振り返り機能別の受容性評価について、受容性評価と自由記述の内容から、高齢層の「振り返り機能」に対する高い受容性評価と「自分自身の運転を映像記録で客観的に見たい」という要望が明らかになっている[10]。しかしながら、運転支援及び振り返りの機能自体の評価についての検討は十分になされていない。

そこで本研究では、ドライバエージェントの運転支援と振り返り機能に対する主観評価及び自由記述の内容に関して検討する。

## 3. 実験：日常場面での継続利用

日常場面でのドライバエージェント利用による運転支援及び振り返り機能の評価について検討する為、実験協力者の自家用車にエージェントシステムとロボットを搭載して自動車運転をしてもらった(図1参照)。実験協力者は、体験したエージェントの運転支援及び振り返り機能に対して質問紙による主観評価を行った。実験協力者の自家用車にドライバエージェントを搭載する期間は、4週間とした。

本実験は、名古屋大学未来社会創造機構の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

### 3.1. 仮説

先行研究では、短時間(2時間程度)のドライバエージェント体験を隔週で3回してもらい受容性評価の変化について検討している。その結果、エージェントに対する受容性評価は、良好な評価が維持していた[6,9]。このことから、運転支援及び振り返り機

表 1. 実験協力者

実験協力者	年齢	性別	4週間の 走行距離
A	43	女性	352.7 km
B	57	女性	327.0 km

能に対する評価についても、良好な評価が維持すると考えられる。

### 3.2. 実験協力者

実験協力者は、普通自動車運転免許を保有し、日常的に運転を行っている2名である(表1参照)。

実験期間中の運転に関しては、頻度や距離、走行場所等に関する指示はせず、日常生活の中で通常通りの自動車利用をするように教示した。

### 3.3. ドライバエージェント

実験協力者の自家用車に搭載したエージェントシステムは、ロボット(SHARP製 RoBoHoN)、回転台、スマートフォンで構成されている。

スマートフォンは、カメラで撮影した前方の映像記録、加速度センサ、GPS(車速や地図情報)等の機能を利用する。スマートフォンで取得した加速度やGPS情報は、エージェント専用のアプリケーションによってクラウドにアップロードされ、クラウドにて運転支援モデルを適用し、エージェントの運転支援内容を選択する。また、エージェント専用のアプリケーションは、回転台の動作、ロボットの発話等も制御する。

エージェントシステムの設置位置については、スマートフォンはフロントガラスの左上側(前方の撮影が必要な為)、ロボットと回転台はダッシュボード中央からやや助手席よりの位置にそれぞれ固定した。設置に関しては、運転行動の邪魔にならない位置であること、運転中に脱落等ないように十分に考慮して実験を実施した。

なお、ロボットの顔がドライバに向いている場合、ドライバが注視してしまうことが危惧される[11]。その為、走行中は、ロボットの顔は前方を向くように設定した。

#### 3.3.1. 運転支援の内容

エージェントによる運転支援は、一時停止交差点への接近を通知する注意喚起(例:一時停止があり

ます)、住宅路走行時の走行車速への注意喚起(例:何キロぐらいが安全かなあ)、一般道走行時の法定速度超過への注意喚起(例:安全な速度で行きましょう)等である。更に、安全確認行動示唆(回転台の動作によって、ロボットが左右確認するような動きをする)、急加減速発生の示唆(例:ロボットが「うわっ!」「おっと!」と発話)等の動作もする。

運転支援が発生する場面では、クラウドに送られた運転行動の記録を運転支援モデルに適用して、運転評価がなされる。運転評価の項目としては、一時停止交差点通過評価(安全確認時間等から算出、通過毎に1~5評価)、走行速度評価(車速から算出、超過発生時に1~2評価)、急加減速評価(加速度センサ・車速から算出、検知時に1~2評価)等である。これらの運転評価の結果は、運転後に評価場面としてスマートフォンアプリにてドライバに提示した。なお、ドライバには、運転行動の振り返りとして、評価場面を毎回確認するよう教示した。

#### 3.3.2. 振り返り機能の内容

走行中に運転支援が発生する場面では、クラウドに走行記録が送られ、運転評価がなされる。運転評価の結果は、走行事に良い悪い評価場面を複数選択し、評価とアドバイス及び地図上の位置をリストとしてドライバに提示する。運転評価のリストからドライバが任意の場面を選択すると、記録された走行映像の中から、評価発生時刻前後5秒の映像記録を再生し、ロボットがアドバイスを読み上げる。また、ドライバの振り返り実施状況把握の為、運転評価リストの既読管理も行う。

### 3.4. 質問紙調査

#### 3.4.1. 尺度評定法による機能評価

エージェントの運転支援及び振り返りの機能に対する評価は、尺度評定法によって心理量を測定した。心理量の測定は、実験協力者が質問紙調査に回答する形式とした。

運転支援の機能評価は、エージェントの注意喚起に関して「分かりやすかった」「運転に役立った」「日常の運転でも使いたい」「運転の邪魔になった」の項目で、運転へのアドバイスに関して「分かりやすかった」「運転に役立った」「日常の運転でも使いたい」「運転の邪魔になった」の項目で、注意喚起及びアドバイスに関して「納得できる」「継続して使いたい」「前回の注意喚起・アドバイスについて、気をつけて運転した」の項目である。なお、今回の実験ではエージェントによるアドバイス(例:速度を落として下さい、もう少し右に寄って下さい)は体験でき

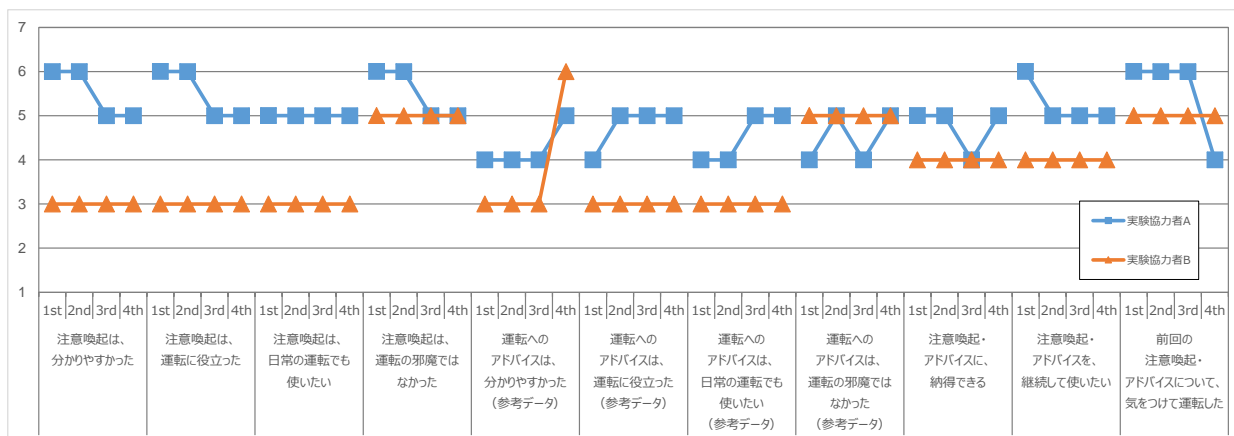


図 2. 運転支援の機能評価

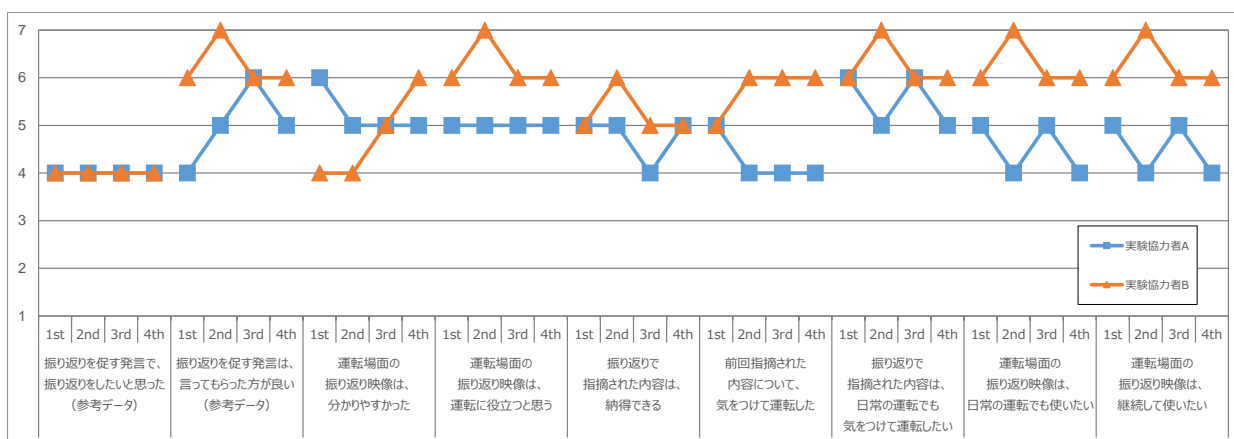


図 3. 振り返りの機能評価

なかった為、参考データとした。

振り返りの機能評価は、運転直後のエージェントの発言について「場面の振り返りをしたいと思った」「言ってもらった方が良い」の項目で、運転場面の振り返り映像は「分かりやすかった」「運転に役立つと思う」「指摘された内容は、納得できる」の項目で、「前回指摘された内容について、気をつけて運転した」及び「振り返りで指摘された内容は、日常の運転でも気をつけて運転したい」の項目、運転場面の振り返り映像に関して「日常の運転でも使いたい」「継続して使いたい」の項目である。なお、今回の実験では、走行直後のエージェントの発話（例：運転評価の結果、良かった場面が1つ、悪かった場面が2つあります）は体験できなかった為、参考データとした。

また、各項目の評価尺度は7段階（7点：よく当てはまる、6点：当てはまる、5点：やや当てはまる、4点：どちらともいえない、3点：あまり当てはまらない、2点：当てはまらない、1点：全く当てはまら

ない）とし、運転支援の否定的な評価項目（邪魔になった）は集計で反転させた。

質問紙の回答は、4週間の実験期間中に4回（各週の最終日に回答）とした。

### 3.4.2. 自由記述での評価

質問紙調査では、質的評価として記述による評価も収集した。評価内容は、エージェントの運転支援及び振り返りの機能に対して、実験協力者に自由に記述してもらうことで収集した。

## 4. 結果

### 4.1. 運転支援及び振り返り機能の体験

実験期間中、実験協力者は運転支援及び振り返り機能を各週で複数回体験した。

運転評価の結果については、実験協力者Aは5点満点中1点の評価が57%を占めていた。また、実験協力者Bは1点の評価が36%を占めていた。

表 2. 運転支援及び振り返り機能に対する自由記述

実験協力者	週目	運転支援	振り返り
A	1週目	通勤等で利用する際は同じタイミングで同じアナウンスが流れるように感じ、そこは少し余分と感じた。	運転直後に「お疲れ様でした」以外言われたことがない。
	2週目	もう少したくさんアドバイスしてくれてもいい。 話す回数が少なくてちゃんと動作しているか不安になることがある。	運転後すぐに動画を確認しないと、いつのどこの運転のことを言われているのか、その時の自分の状態が思い出せず次に活かしにくい様に思われた（直ぐに確認すればよいのですが）。
	3週目	エージェントが時々「わわっ」と言ってくれるが、それが何もない平坦な道路を走行中だったりすることが多く、逆に「今、何があったのか?!」と焦ることがある。	同一場面で複数の振り返りアドバイスがあるので、とまどうこともあった。 よく通る道に関して同様の「良かった点」のアドバイスは回数を減らしても良いと感じた。
	4週目	もっとしゃべって欲しい。	毎日のように車を運転する人にとっては、動画を毎日確認する作業は少し継続が難しいと感じた。 動画を何度確認しても「未読場面」に残るものがあった。
B	1週目	エージェントは、ほとんど運転中には話さなかった。	一時停止が3秒というルールをすっかり忘れていた（2秒とまちがえて認識していた）が、振り返りによって3秒ルールを思い出した。 同じ場面で、重複して指摘されていることがある。
	2週目	振り返りとして確認は出来るが、後から伝えられても「どのスピードを急発進とみなされたのか」「どの瞬間の何がダメだったのか」の記憶が結びつかず漠然とした評価を聞かされている感が否めなかった。 「ビビッ」という音だけでも鳴れば、「あの時の音が、コレだったんだな」と納得できると思う。	ロボホンとスマホの連動が上手く出来なかった事もあり、直接のコメントや動画で振り返りが出来なかったことが非常に残念だった。
	3週目	走行中は、「ここは何キロ制限かな?」と1~2回言ってくれただけでした。	パーキングから道路に乗り入れる時は、どうしても勾配差がありアクセルの踏み込みが必要となる。 その踏み込みで、前回・前々回と大きな加速と判定されてしまった点は、ちょっと残念。
	4週目	「ここは何キロ制限かな?」しか聞けなかった（それも1~2回）。	一時停止も以前よりかなり意識できるようになった。 しかし、動画で振り返ると、左右からの車の通行がある為、たまたまじっくり止まっていただけな時でも、Lv5の高評価だった。その反面、何故Lv1の低評価か分からない場面（停止線よりわずかにみ出していたから?）もあった。

## 4.2. 尺度評定法による機能評価の結果

運転支援の機能評価の結果を図2に示す。図2から、実験協力者Aの評価は経過に伴って評価が低下する項目が多く見られた。しかしながら、実際に体験できなかったアドバイス機能に対しては、評価が向上する傾向が見られた。実験協力者Bの運転支援の機能評価については、比較的低い評価で、実験期間中には評価の変化はあまり見られなかった。しかしながら、注意喚起やアドバイスに対する「邪魔ではない」と「注意喚起・アドバイスについて気をつけて運転した」の評価では、「やや当てはまる」という評価が持続していた。

振り返りの機能評価の結果を図3に示す。図3から、実験協力者Aは全体的に高い評価であった。また、「振り返り映像の分かりやすさ」「指摘内容について気をつけて運転した」の項目では実験期間中に評価結果が向上した。しかしながら、多くの項目で2週目の評価が向上したものの、3週目では評価が元の値に戻っていた。実験協力者Bの振り返りの機能

評価の結果は、やや高い評価の傾向であったが、2週目3週目で評価が低下する項目が多く見られた。

## 4.3. 自由記述での評価結果

運転支援及び振り返り機能に対する自由記述の内容を表2に示す。運転支援の機能に対する記述としては、運転支援（ロボットの発言）が少ないと感じる内容が共通して挙げられている。

振り返りの機能に対する記述としては、アプリケーションの不具合を指摘する内容や、振り返り場面が分かりにくい点、運転評価の納得性に関する内容が挙げられている。

## 5. 考察

ドライバエージェントの運転支援及び振り返りの機能評価の結果、「どちらでもない」よりも低い評価が見られたことから、良好な評価が持続するという仮説は支持されなかった。この結果は、運転支援に関する自由記述から「十分に機能を体験できなかった」と実験協力者が感じていたことが影響したと考

えられる。また、振り返りに対する自由記述から「振り返り映像の場面の分かりにくさ」「運転評価の納得性」が影響したと考えられる。

このことから、ドライバエージェントを日常場面での継続利用を実現する為の課題としては、「運転支援が発生する頻度の見直し」、振り返り機能に関する「場面の分かりやすさ」「運転評価の納得性」の向上が必要であるといえる。

## 6. おわりに

本研究では、ドライバエージェントを公道走行で使用してもらい、その機能に対する評価を検討した。その結果、運転支援及び振り返りの機能評価について、尺度評定法による主観的な機能評価の結果、4週間の継続利用に伴い評価が低下する傾向が見られた。

また、運転支援及び振り返りの機能に対する自由記述の内容から、運転支援機能が発生する頻度の増加や、振り返り機能の評価場面の分かりやすさや評価の納得性の向上が必要であることが示された。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省 / JST 研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援によるものである。ここに記して感謝する。

## 参考文献

- [1] 内閣府: 令和2年版高齢社会白書 (2020).
- [2] 総務省統計局: 人口推計(平成21年10月1日)(2009)
- [3] 内閣府: 令和2年版交通安全白書 (2020)
- [4] T. Tanaka et al.: Study on Driver Agent based on Analysis of Driving Instruction Data - Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior (1) -, IEICE Transactions on Information and Systems Vol.E101-D, No.5, 1401-1409 (2018)
- [5] 島崎敢ほか: 一時停止行動の事後判定と評価による停止率の改善, 自動車技術会論文集, 44(2), 587-592 (2013)
- [6] T. Tanaka et al.: Effect of Difference in Form of Driving Support Agent to Driver's Acceptability -Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior (2), Journal of Transportation Technologies, 8 (3), 194-208 (2018)
- [7] 蓮花一己ほか: 高齢ドライバーを対象としたハザード知覚教育の効果測定, 国際交通安全学会誌, 32, 6-13 (2007)
- [8] 藤掛和広ほか: ドライバエージェントの運転支援及び振り返り支援による運転行動改善の効果, 自動車技術会論文集, 50 (1), 134-141 (2019)
- [9] 藤掛和広ほか: ドライバエージェントによる高齢層

と非高齢層の運転行動改善の比較—運転寿命延伸を目指したドライバ運転特性研究 (16) —, 自動車技術会 2019 年春季大会 (2019)

- [10] 藤掛和広ほか: ドライバエージェントに対する質的評価データの解析—質問紙調査の自由記述データからみたエージェント評価—, HAI シンポジウム 2020 (2020)
- [11] J. K. Hietanen, A. Myllyneva, T. M. Helminen and P. Lyyra: The effects of genuine eye contact on visuospatial and selective attention. Journal of Experimental Psychology: General, Vol.145, No.9, pp.1102-1106 (2016)